

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

83/177

BOHL ★ P62 86-341335/52 ★ EP -207-069-A
Flat material cutting system - uses high-pressure jets meeting at
adjustable angle at middle

VER EDELSTAHLWERKE AG 26.06.85-AT-001906

(30.12.86) B26f-03

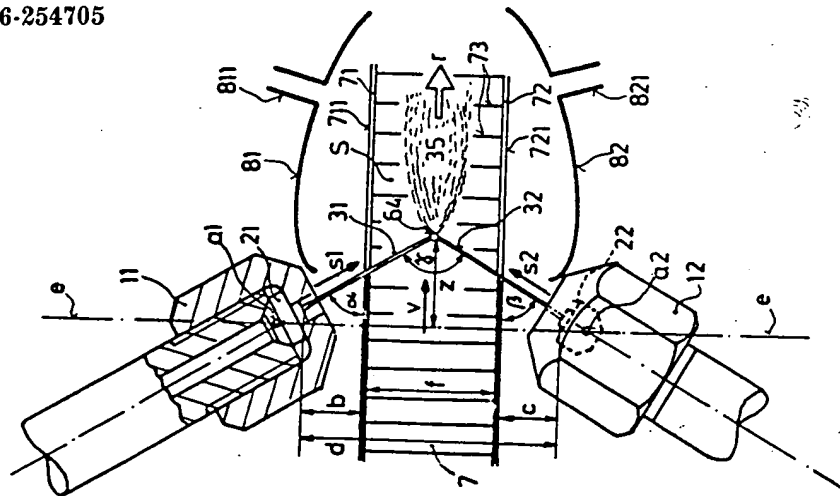
19.06.86 as 890181 (160RW) (G) J51142186 US3996825 US3526162
 1.Jnl.Ref E(DE FR GB IT NL SE)

The sytem cuts through flat material (7), using jets of water under pressure (31,32) discharged from nozzles (21,22) on either side and moved in relation to it. To cut through material of honeycomb structure contained between covering layers, the jets are at a pressure of at least 700 and pref. 1000 bar, meeting at an adjustable angle at the middle and moving in relation to each other.

During the entire cutting operation the jets strike the work surface at an angle other than 90 deg.

USE - Gives clean cut at each surface with min. damage to internal structure. (23pp Dwg.No.2/8)

N86-254705



© 1986 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: 86890181.0

⑤① Int. Cl.: **B 26 F 3/00**

⑳ Anmeldetag: 19.06.86

PTO 2000-1539

S.T.I.C. Translations Branch

③① Priorität: 26.06.85 AT 1906/85

⑦① Anmelder: **VEREINIGTE EDELSTAHLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT (VEW)**, Elisabethstrasse 12, A-1010 Wien (AT)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.12.86
Patentblatt 86/52

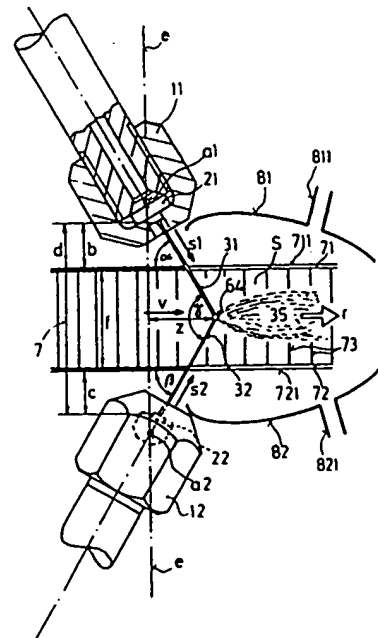
⑦② Erfinder: **Peters, Henning, Dr.-Ing.**,
Lichtenwörthergasse 6 B, A-2630 Ternitz (AT)
Erfinder: **Trieb, Franz, Ing.**, Johann Böhm-Strasse 40/14,
A-8605 Kapfenberg (AT)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT NL SE**

⑦④ Vertreter: **Jellinek, Gerhard, Dr.**, Vereinigte
Edelstahlwerke AG (VEW) Elisabethstrasse 12,
A-1010 Wien (AT)

⑤④ **Verfahren zum Trennen bzw. Schneiden von, insbesondere flächigem, Material und Vorrichtung zu dessen Durchführung.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen von, insbesondere flächigem, Material (7) mittels von beidseitig desselben angeordneten Düsen (21, 22) abgegebenen, einander schneidenden Strahlen (31, 32) eines Mediums, vorzugsweise Wasser, wobei die Strahlen einerseits und das, insbesondere flächige, Material andererseits relativ zueinander bewegt werden, das bzw. die darin besteht, daß zum Trennen von Werkstücken (7) mit selbsttragenden, im wesentlichen rigiden, Werkstoffen, vorzugsweise mit von wabenartiger Innenstruktur (73) gehaltenen Deckschichten (71, 72), das Werkstück (7) einerseits und andererseits mindestens ein Satz von zwei von beidseitig des Werkstückes jeweils im Abstand (b, c) von dessen Hauptflächen (711, 721) angeordneten Düsen (21, 22) mit hohem Druck von mindestens 700 bar, abgegebenen, innerhalb des Werkstückes, vorzugsweise in ihrem Winkel (γ) zueinander veränder- und festlegbar, aufeinandertreffenden, miteinander kooperierenden Fluidmediumsstrahlen (31, 32) relativ zueinander bewegt werden, wobei im wesentlichen über den gesamten Schnittverlauf jeder der aufeinandertreffenden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) in einem von im wesentlichen 90° verschiedenen Winkel (α , β) auf die Hauptflächen (711, 721) des Werkstückes (7) gerichtet gehalten wird.



Verfahren zum Trennen bzw. Schneiden
von, insbesondere flächigem, Material
und Vorrichtung zu dessen Durchführung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen bzw. Schneiden von, insbesondere flächigem, Material, wobei unter "flächig" ein Material mit in zwei Raumrichtungen ausgeprägter Erstreckung verstanden werden soll. Bei diesem Verfahren wird als Trenn-
5 organ statt einer Klinge aus Feststoff, wie z.B. Metall ein gebündelter Strahl eines fluiden Mediums, insbesondere Wasser, eingesetzt.

In der US-PS 3 996 825 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schneiden einer Matte mit Fasern beschrieben, wobei von beidseitig der-
10 selben angeordneten Düsen jeweils ein Wasserstrahl im Winkel zueinander ausgerichtet, einander schneidend auf die Faserbahn gerichtet werden. Die Fasermatte, die z.B. bei der Papierherstellung in einer Zwischenstufe erhalten wird, liegt ganzflächig auf einer sie haltenden perforierten Unterlage auf, und die beiden, die Wasserstrahlen abgebenden
15 Düsen werden über eine gegabelte Zuleitung mit Wasser versorgbar, relativ zur Vliesmatte bewegt, wobei der Trennvorgang mit den Wasserstrahlen erfolgt. Als typischer Druck der beiden Strahlen sind dort etwa 1,75 bar angegeben, der typische Strahldurchmesser beträgt etwa 4,5 mm. Aus der Zeichnung ist deutlich ersichtlich, daß die Düsen
20 aufweisenden Schneidstrahlköpfe, von denen der, der unterhalb der Unterlagsmatte angeordnet ist, im rechten Winkel auf die Materialbahn gerichtet sein muß, typische Niederdruck-Fittings aufweisen. Die Düsen sind unveränderlich so eingestellt, daß die aus ihnen austretenden Strahlen einander oberhalb der Oberfläche der Unterlage innerhalb der Faser-
25 matte schneiden, wobei der schräg von der einen Seite kommende Strahl mittels des vertikal von der anderen Seite auf die Bahn gerichteten Strahles so abgelenkt wird, daß der resultierende Strahl nicht mehr die Unterlage trifft. Mit dieser bekannten Methode ist nur ein mit einem exakten Schneiden nicht vergleichbares Trennen von locker zusammenhal-
30 tende Fasern aufweisenden Vliesbahnen möglich.

Bekanntgeworden ist weiterhin aus der JP-OS 51-142 136 ein Strahlschneidverfahren für Materialien, welche infolge ihrer Festigkeit oder Dicke für den Schneidstrahl nicht mehr durchdringbar sind. Bei diesem Verfahren werden von zwei beidseitig des zu schneidenden Materials angeordneten Düsen Schneidstrahlen jeweils im zueinander gleichen oder verschiedenem Winkel auf das Material gerichtet, womit eine wesentliche Vergrößerung der Schnitt-Tiefe erreicht wird. Für Vorkehrungen zum Schutz des Inneren des Materials vor Zerstörungen durch die energiereichen Hochdruckstrahlen sind dort keine Hinweise gegeben.

Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, für Werkstücke aus bzw. mit selbsttragenden Materialien, mit im wesentlichen zweidimensionaler Haupterstreckung, wobei die Materialien dem Schneidstrahl keinen hohen Widerstand entgegensetzen - also z.B. durchaus mit einem einzigen Strahl höheren Drucks durchtrennbar sind - wie insbesondere im ihren Inneren mechanisch empfindliche, z.B. Wabenstruktur aufweisende Verbundwerkstoffe, ein Schneidverfahren zu schaffen, welches an beiden Hauptflächen des Werkstoffes einen sauberen Schnitt mit schmalen Trennfugen ermöglicht, wobei aber die empfindliche Innenstruktur des Werkstückes möglichst wenig Störungen unterliegen soll.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Trennen bzw. Schneiden von, insbesondere flächigem, Material mittels von beidseitig desselben angeordneten Düsen abgegebenen, innerhalb des Materials einander schneidenden Strahlen eines mit Druck beaufschlagten fluiden, insbesondere flüssigen Mediums, vorzugsweise Wasser, wobei die Strahlen einerseits und das, insbesondere flächige, Material andererseits - einem gewünschten Schnittverlauf entsprechend - relativ zueinander bewegt werden, das im wesentlichen darin besteht, daß zum Trennen bzw. Schneiden von im wesentlichen flächige Erstreckung, insbesondere zwei Hauptflächen, aufweisenden Werkstücken mit selbsttragenden, im wesentlichen rigiden, Werkstoffen, insbesondere Verbundwerkstoffen, vorzugsweise mit von wabenartiger Innenstruktur gehaltenen Deckschichten, das Werkstück einerseits, und andererseits mindestens ein Satz von zwei von beidseitig des Werkstückes jeweils im Abstand von dessen Hauptflächen angeordneten Düsen mit hohem Druck von mindestens 700 bar, vorzugsweise mindestens

1000 bar abgegebenen innerhalb, vorzugsweise im Mittelbereich, des Werkstückes, vorzugsweise in ihrem Winkel zueinander veränder- und festlegbar, aufeinandertreffende, im Auftreffbereich, vorzugsweise zumindest annähernd übereinstimmende Querschnitts-Fläche und/oder -Gestalt aufweisenden, miteinander kooperierenden Fluidmediumsstrahlen relativ zueinander bewegt werden, wobei im wesentlichen über den gesamten Schnittverlauf jeder der aufeinandertreffenden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen in einem von im wesentlichen 90° verschiedenen Winkel auf die Hauptflächen des Werkstückes gerichtet gehalten wird. Es hat sich Überraschend gezeigt, daß sich auf diese neue Weise die genannten Werkstoffe bei perfektem Schnittbild an den beiden Seiten mit zwei kooperierenden feingebündelten Fluidmediums-Strahlen hohen Druckes präzise schneiden lassen, ohne daß eine an sich zu erwartende wesentliche Zerstörung des Werkstoffes durch ein beim Aufeinandertreffen der beiden Schneidstrahlen innerhalb des Materials sich bildendes, resultierendes Strahl-Büschel auftritt. Gleichzeitig lassen sich wesentlich höhere Schnittgeschwindigkeit und geringere Störungsanfälligkeit bei sauberem Schnittbild erreichen. Wie gefunden wurde, hat sich das Verfahren insbesondere für das Besäumen und Trennen von beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt angewandten Wabenstruktur aufweisenden Verbund-Materialien besonders bewährt, bei welchen Deckschichten mit gleichem oder unterschiedlichem Material, wie z.B. mit Glas-, Kohle-, Aramid- und dgl. Fasern verstärktem Kunststoff und/oder Metall, insbesondere Aluminium mittels im wesentlichen quer zu ihnen aufgebauter Wabenstruktur miteinander verbunden sind. Solche Werkstoffe sind mit Klingen oder Stanzen üblicher Art ohne störende Verformung nicht trennbar. Beim üblichen Flüssigkeitsstrahlschneiden mit nur einem Schneidstrahl weist zwar, wie sich zeigte, jene Seite des

- Werkstoffes, an welcher der Strahl eintritt, einen sauberen Schnitt auf, jedoch ist die Schnittfuge auf der strahlaustrittsseitigen Deckfläche besonders unregelmäßig. Versuche mit Schneidstrahlen in einer Stellung
- 5 gemäß oben genannter US-PS zeigen unerwünschte Störungen des Schnittbildes an der Austrittsseite, insbesondere des normal auf den Werkstoff gerichteten Strahles. Besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß eine gegenseitige Vernichtung der hohen Energie der beiden
- 10 Fluidmediumsstrahlen erfolgt, sodaß damit zusätzlich auch die bekannten Probleme mit einer Strahlfangvorrichtung, die den hohen Energiedichten nicht lange standhält, nicht gegeben sind. Ergänzend soll zur winkelligen Ausrichtung der Schneidstrahlen relativ zu den Werkstoff-Hauptflächen
- 15 ausgeführt werden, daß, wenn diese z.B. unregelmäßige Gestalt aufweisen, die genannten und bevorzugten Winkel zur Ebene der Vektoren der Relativbewegung von Werkstück und Strahl-Tandem einzuhalten sind.
- 20 Es hat sich gezeigt, daß hohe Schnitt-Sauberkeit erreichbar ist und Störungen des Werkstückes im Auftreffbereich der paarigen Mediumsstrahlen besonders gering sind, wenn eine Deckung der Querschnittsflächen der beiden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen in deren Auftreffbereich von mindestens
- 25 90 %, insbesondere mindestens 95 %, eingestellt wird.


- Insbesondere zum Schneiden von Werkstücken, welche homogen sind, bzw. von Verbundmaterialien, bei denen beidseitig Außen-Lagen mit einander ähnlichen Materialeigenschaften
- 30 angeordnet sind, ist es günstig, wenn die beiden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen mit einander im wesentlichen identischen Winkeln zu den Hauptflächen des Werkstückes auf dieses gerichtet werden.

- Hoher Schnittfortschritt und gleichzeitig beidseitig besonders saubere Schnittfugen, insbesondere auch bei besonders dünnen Deckschichten aufweisenden, hochfesten Waben-Verbundwerkstoffen lassen sich erreichen, wenn die
- 5 Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen in einem Winkel von 45 bis 135°, insbesondere von 60 bis 120°, bevorzugt im Bereich von etwa 90° aufeinander treffend auf das zu schneidende Werkstück gerichtet werden.
- 10 Die eben erwähnten Schnitt-Ergebnisse lassen sich vorteilhaft noch verbessern, wenn der in Werkstück-Haupterstreckungsrichtung projizierte Gesamt-Vektor der Bewegung des Mediums der beiden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen und die Relativbewegung der beiden Strahlen
- 15 einerseits und des Werkstückes andererseits mit im wesentlichen gleicher Richtung eingehalten werden. Es soll also gemäß dieser besonders vorteilhaften Ausführungsform scheinbar oder tatsächlich eine Bewegung des Werkstückes in einer Richtung, in welcher im wesentlichen auch die
- 20 Bewegung des Mediums der beiden Schneidstrahlen erfolgt, stattfinden, daß also das volle Material in den Winkel der aufeinandertreffenden Strahlen, der kleiner ist als 180°, hineinbewegt wird. Besonderer Vorteil dieser Art der Relativbewegung ist, daß ein wesentlicher Teil des
- 25 an der Auftreffstelle der beiden Schneidstrahlen resultierenden Strahlen-Büschels in die schon vorhandene Trennfuge gerichtet ist, und daher keine wesentlichen Störungen im Werkstück-Inneren verursachen kann.
- 30 Bei dem neuen, mit zwei hohe kinetische Energie aufweisenden, aufeinandertreffenden Schneidstrahlen arbeitendem Verfahren kommt es zu bedeutender Lärmentwicklung, wobei insbesondere höhere Schallfrequenzen verstärkt auftreten. Es wurde jedoch gefunden, daß bei im wesentlichen optimalem Auf-

einandertreffen der Strahlen, die Lärmentwicklung wesentlich herabgesetzt ist. Insbesondere zur Überprüfung der Güte bzw. Einstellung der Lage der Schneidstrahlen bzw. zum Feinjustieren der Schneid-Köpfe bzw. der Düsen
5 ist es besonders vorteilhaft, wenn eine Einstellung eines optimalen Aufeinandertreffens der miteinander kooperierenden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen unter Ermittlung eines Schallstärke-Minimums, vorzugsweise mittels Ultraschall-Phonometers erfolgt.

10

Besonders gute Schnittergebnisse bei gleichzeitig geringerem Anfall von durch den Schnitt vernichtetem Werkstoff und dünne Trennfugen, insbesondere auch bei Wabenverbundstoffen, lassen sich erreichen, wenn, wie bevorzugt,
15 zugt, die miteinander kooperierenden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen im wesentlichen kreisrunde Querschnittsflächen mit einem Durchmesser von höchstens 1,5 mm, insbesondere von 0,1 bis 0,5 mm, aufweisen.

20 Relativ einfachen Aufbau, da eine Versorgung mit Hochdruck-Fluidmedium über nur eine Hauptversorgungsleitung benötigend und Schnittsymmetrie sichernd, ist es, wenn
 vorteilhafterweise die beiden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen mit im wesentlichen gleichem Hoch-Druck beaufschlagt werden.
25

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung des neuen Verfahrens, mit einer Halteinrichtung für ein zu schneidendes, insbesondere flächiges
30 Material und mindestens zwei von beidseitig desselben auf dasselbe gerichteten, mit ihrer Mittellinie schneidend eingerichtete Düsen aufweisenden, mit unter Druck stehendem fluidem Medium versorgbaren Schneidköpfen, wobei die Halteinrichtung einerseits und andererseits die zwei Düsenköpfe
35 einem gewünschten Schnittverlauf entsprechend zu-

einander relativbewegt werden, die im wesentlichen darin besteht, daß die Düsen der über, gegebenenfalls Hochdruck-Gelenkverbindungen aufweisende, Hochdruckleitungen mit durch Hochdruck von mindestens 700, vorzugsweise von 5 mindestens 1000 bar, beaufschlagtem fluidem Medium versorgbaren Düsenköpfe, vorzugsweise miteinander gekoppelt, jeweils mit von im wesentlichen 90^0 verschiedenen Winkeln auf die Hauptseiten, insbesondere Hauptflächen des Werkstückes richtbar, vorzugsweise schwenkbar und 10 schwenklage-feststellbar, sind. Mit einer solchen Einrichtung kann unter Erreichung hoher Schnitt-Qualität und -Geschwindigkeit eine flexible, auf einen jeweils zu trennenden Werkstoff genau abgestimmte Einstellung der Schneidstrahl-Auftreffwinkel an den Hauptflächen des 15 Schneidgutes erfolgen. Eine bevorzugt vorgesehene Zwangskopplung kann ein gleichzeitiges Schwenken der Düsenköpfe unter Beibehaltung des Aufeinandertreffens des Strahlensatzes ermöglichen, sodaß immer höchstens nur mehr eine Feinjustierung zur Erreichung hoher Deckung der Schneidstrahlen im Auftreffbereich zu erfolgen braucht. 20

Jede Störung der Schneidstrahlen beim Schneidvorgang ist ausgeschlossen, wenn, wie bevorzugt vorgesehen, die, gegebenenfalls einem gewünschten Schnittverlauf entsprechend 25 bewegbare, Halteeinrichtung für das Werkstück außerhalb des Bereiches des gewünschten Schnittverlaufes an dasselbe angreifend gebildet ist.

Eine weitere, die Schnittparameter-Optimierung unterstützende Variante ist gegeben, wenn die Düsen bei jeweils konstanter Winkelstellung 30 zueinander in ihrem Abstand voneinander bzw. von den Hauptflächen des zu schneidenden Werkstückes veränderbar und festlegbar sind, womit eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Abstimmung des Schneidvorganges auf Werkstoff-Eigenschaften, Werkstoff-Dicke und dgl. erreichbar ist.

0 Besonders einfache und präzise Einstellung des Auftreffpunktes, insbesondere auch bezüglich seiner Lage innerhalb des zu schneidenden Materials ist ermöglicht, wenn, wie bevorzugt, die Achsen der Schwenkbarkeit der Düsen innerhalb einer, vorzugsweise auf das Werkstück bzw. dessen Hauptflächen normalen, Ebene liegend angeordnet sind.

10 Wenn, wie günstigerweise vorgesehen, die Achsen der Schwenkbarkeit der die Hochdruck-Mediumsstrahlen abgebenden Düsen zueinander parallel angeordnet sind, so lassen sich glatte lineare Schnittfugen erreichen.

15 Wenn eine gewinkelte Schnittfuge erwünscht ist, ist eine Bauart vorzuziehen, bei welcher die Achsen der Schwenkbarkeit der Düsen zueinander im, bevorzugt spitzen, Winkel angeordnet sind.

20 * Wenn, wie weiters in vorteilhafter Weise vorgesehen sein kann, mindestens ein Schneidkopf eine, vorzugsweise dreidimensional einstell- und feststellbare Einrichtung zur Feinjustierung der Düse(n) aufweist, kann rasche Optimierung des Schneidvorganges erreicht werden. Diese Feinjustierung kann auch mikroprozessorgesteuert, z.B. mit einem Phonometer als Sensor erfolgen.

25

30 Zur Erleichterung des Justierens der Schneidstrahlen kann günstigerweise vorgesehen sein, daß sie eine Vorrichtung zur Beaufschlagung des Fluidmediums mit geringem Druck, z.B. bis 10 bar, zur Justierung des Auftreffbereiches der miteinander kooperierenden Fluidmediumsstrahlen aufweist.

Beim Auftreffen der hochenergetischen Mediumsstrahlen aufeinander, treten hohe Sprühnebelmengen auf. Es hat

sich als besonders günstig erwiesen, gleich die paarigen Schneidköpfe selbst, jeden für sich mit einer, gegebenenfalls auf den Abstand des Auftreffbereiches der kooperierenden Hochdruck-Mediumsstrahlen von der Verbindungs-
5 gerade der Düsen einstellbare Haube mit Absaugeinrichtung für Sprühnebel auszustatten. Bei beweglichen Schneidköpfen sind die Hauben vorteilhaft gleich mit diesen bzw. der sie haltenden Konstruktion verbunden, wobei der Vorteil gegeben ist, daß diese Hauben z.B. aus leichtem Kunststoffmaterial gefertigt sein können, da die Sprühnebel
10 nur geringe Energiedichte aufweisen.

Für ein Schneiden von Wabenverbundwerkstoffen mit Dicken von 1-5 cm sind folgende Schneidparameterbereiche günstig
15 bzw. erreichbar:

Hochdruck: 1000 - 4000 bar, insbesondere 2500 - 3800 bar;
Strahldurchmesser: 0,1 - 0,4 mm; Schnittvorschubgeschwindigkeit: 0,5 - 5 m/s , insbesondere 1 - 3 m/s ; Fluidmediumsverbrauch 2 - 6 l/min.

20

Anhand des folgenden Beispiels erfolgt nähere Erläuterung der Erfindung.

Beispiel:

25

Es wurde flächiges Wabenverbundmaterial mit 30 mm Stärke, einer Wabenweite von etwa 5 mm, Wabenmaterial: glasfaserverstärkter Kunststoff oder Aluminium, Behütung: erste Hauptfläche mit Aluminium, zweite Hauptfläche mit faser-
30 verstärktem Kunststoff, beide Hauptflächen mit glasfaserverstärktem Kunststoff bzw. beide Hauptflächen mit Aluminium, wobei die Stärke der Waben 0,1 und der Behütung im Falle von Aluminium etwa 0,5 und im Falle von verstärktem Kunststoff 0,7 mm betrug, mit aus zwei im Winkel ihrer

Mittellinien von 60, 90 und 120° zueinander gerichteten Düsen abgegeben, etwa in Materialmitte aufeinander-treffenden Hochdruck-Wasserstrahlen geschnitten. Die Strahlendurchmesser betrugen 0,2 mm, der Fluidmediums-druck 3500 bar. Die Düsen hatten einen Abstand von je-weils 5 mm von den Deckbehütungsflächen. Aus der Tabelle ist ersichtlich, bei welchen Schnittgeschwindigkeiten, jeweils bezogen auf die o.a. Materialien, beidseitig saubere Schnitte erreicht wurden, wobei die Störungen der Wabenstruktur an der Schnittstelle bei Aluminium etwas höher waren, jedoch im durchaus akzeptablen Rahmen lagen.

Nr.	Wabenverbundwerkstoff:			Schnittgeschwin- digkeit m/s Strahlenwinkel γ			Schnittgüte *) bei Strahlenwinkel γ		
	1.Deckhaut	Waben	2.Deckhaut	60°	90°	120°	60°	90°	120°
1	Al	Al	Kunst- stoff **)	2	2,5	2,5	1	1	1
2	Al	Kunst- stoff	Al	2,5	2,5	2,5	2	1	2
3	Kunst- stoff	Kunst- stoff	Kunst- stoff	2	2,5	2	1	1	1
4	Kunst- stoff	Al	Kunst- stoff	2	2,5	2	1	1	1
5	Al	Al	Al	3	3	3	2	1	1

*) 1 völlig glatter Schnitt

2 glatter Schnitt mit unwesentlichen Unregelmäßigkeiten

**) Kunststoff in allen Verbundstoffen glasfaserverstärkt

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert, wobei die Fig. 1 bis 3 Seitansichten verschiedener Düsenstellungen, die Fig. 4 bis 6 schematisch verschiedene Anordnungen der Schwenkachsen der Strahldüsen und die Fig. 7 und 8 eine neue Anlage in Seiten- und Draufsicht zeigen. Es ist in den Figuren 1 bis 3 gezeigt, wie ein flächiger Wabenverbundwerkstoff 7 der Dicke f mit beidseitigen Deckschichten 71, 72 von einem Paar beidseitig seiner Hauptflächen 711, 721 um Achsen a_1 , a_2 schwenkbar angeordneten Düsenköpfen 11, 12 mit Abständen b und c von den Werkstückoberflächen 711 und 721 und d voneinander aufweisenden Düsen 21, 22 aus mit gleich dicken Hochdruck-Flüssigkeitsstrahlen 31, 32 unter Bildung der Schnittfuge S geschnitten wird, wobei hier die Düsen 21, 22 stillstehend sind und der Werkstoff 7 in die Richtung r bewegt wird. Die beiden Strahlen 31, 32 sind gemäß Fig. 1 in den Winkeln α , β von jeweils 90° auf die Hauptflächen und mit einem Winkel γ von genau 180° , gegeneinander gerichtet, wobei der schwere Nachteil auftritt, daß das im Aufeinandertreffbereich 64 resultierende Mediumsstrahls-Büschel 35 scheibenförmig quer nach allen Seiten sich ausbreitet und die Wabenstruktur des Werkstückes 7 in hohem Maße zerstört.

Gemäß Figuren 2 und 3 sind die Strahlen 31, 32 jeweils in gleichen Winkeln α , β von jeweils 60° und 45° unter Einschluß jeweils eines Winkels γ von 120° und 90° an der Auftreffstelle 64 im Bereich der Waben 73 des Werkstückes 7 aufeinander gerichtet. In Fig. 2 sind in Abstand von Schneidköpfen, dem Abstand z von der Verbindungslinie d der Düsenköpfe 11, 12 anpaßbar, Absaughauben 81, 82 mit Absaugstutzen 811, 821 zur Absaugung der am Auftreffpunkt 64 gebildeten Sprühnebel angeordnet. Bei der Düsenstellung gemäß Fig. 2, die ebenso wie jene gemäß Fig. 3 erfindungsgemäß ist, wird eine höhere Strahlenenergie-Vernichtungsdichte erreicht, wobei allerdings

die Störungen der Struktur durch das Strahlen-Büschel 35 im Schnitt S etwa größer sind, als beim Schneiden gemäß Fig. 3.

Aus der Fig. 2 sind noch die Vektoren s_1 , s_2 der Fluid-
5 bewegung der Strahlen 31, 32 und deren Gesamtvektor v
in Werkstofferstreckung in derselben Richtung wie die
Bewegung r des Werkstoffes 7 angedeutet, weiters eine zum
Werkstück normale Ebene e , in welcher beide Achsen a_1
und a_2 der Schwenkbarkeit der Düsen 21, 22 liegen und
10 der Abstand z zwischen der Verbindung d der beiden Düsen
und dem Auftreffpunkt 64 der Strahlen 31, 32 aufeinander.

Die Figuren 4 bis 6 zeigen schematisch, wie jeweils auf
einer zum Schnittgut 7 im wesentlichen normalen Ebene e
15 die Schwenkachsen a_1 , a_2 der die Schneidstrahlen 31, 32
abgebenden Düsenköpfe 11, 12 angeordnet sein können, wo-
bei bei parallelen Achsen a_1 , a_2 gemäß Fig. 4, wenn die
Verbindung zwischen den Düsenköpfen 11, 12 ebenfalls
normal zum Werkstück ausgerichtet ist, ein senkrechter
20 Schnitt S erfolgt, bei gemäß Fig. 5 schräger Verbindung
 d der parallelen Schwenkachsen a_1 , a_2 der Düsenköpfe 11,
12 ein schräger Schnitt S erreicht wird, und bei zuein-
ander mit Winkel φ gewinkelter Anordnung der Schwenk-
achsen a_1 , a_2 , gemäß Fig. 6 ein V-förmiger Schnitt S er-
25 zielt wird. Diese Hauptschnitt-Arten können, jeweils be-
zogen auf die spätere Anwendung bei Vorsehen eines ent-
sprechenden Düsentandems leicht gewechselt werden. Es sei
schließlich betont, daß die Auftreffwinkel α , β der bei-
den Düsenstrahlen auf das Werkstück 7 auch untereinander
30 verschieden sein können, was z.B. bei ungleichartig be-
nützten Verbundwerkstoffen von Vorteil sein kann.

Bei der in Fig. 7 und 8 beispielhaft gezeigten konkreten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schneidanlage für Platten aus Wabenverbundmaterial ist auf einem Verfahrgerüst 8 auf dessen Führung 81 horizontal verfahrbar eine Schneidgut-Halteeinrichtung 80 mit auf ihrer Führung 82 senkrecht verfahrbarem, eine Saugleitung 84 aufweisendem Unterdruck-Saugkopf 83 vorgesehen, welcher eine zu besäumende Wabenverbundplatte 7, im wesentlichen senkrecht haltend, in dieser Stellung verfahren und damit
10 der innerhalb einer Schallschutzkammer 95 mit Absaugstutzen 96 für Sprühnebel befindlichen Schneidanlage 100 mit zwei im Winkel zueinander gerichteten, hier horizontal lagefest angeordneten, gegebenenfalls vertikal verschiebblichen jeweils einen Hochdruckschneidstrahl 31, 32 abgebenden Düsenköpfen 11, 12 über den Spalt 951 der Kammer 95 zuführen kann, wo das Schneidgut 7 oberhalb der Dualdüsen-Schneideinheit 11, 12 von beiden Seiten her von einer Transporteinrichtung mit zwei senkrechten mit pneumatischen Einrichtungen 94, 94' zur Anpassung an die Schnittgutdicke f
15 ausgestatteten Förderbandeinheiten 93, 93' erfaßt und geführt und mit einer jeweils am Steuerpult 90 einstellbaren Geschwindigkeit und Lage bzw. Lageveränderung an der Dualdüseneinheit 11, 12 vorbeigeführt und mittels den vertikal tandemartig verfahrbaren Mediumsstrahlen 31, 32
20 geschnitten wird. Die Versorgung der Dualdüseneinheit 11, 12 erfolgt vom nur schematisch angedeuteten Hochdruckaggregat 97 über eine Hochdruckleitung 98, wobei Steuerung und Regelung der Anlage mit allen Vorgängen vom Aufnehmen der unbesäumten Platte 7 bis zu deren Abgabe, bevorzugt
25 automatisch, vom oben erwähnten Steuerpult 90 mit Betätigungsorganen 92 für die Hochdruck-Mediumsflußregelventile und Druckkontrollgerät 91 erfolgt.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Trennen bzw. Schneiden von, insbesondere flächigem, Material (7) mittels von beidseitig desselben angeordneten Düsen (21, 22) abgegebenen, innerhalb des Materials einander schneidenden Strahlen (31, 32)
5 eines mit Druck beaufschlagten fluiden, insbesondere flüssigen Mediums, vorzugsweise Wasser, wobei die Strahlen einerseits und das, insbesondere flächige, Material andererseits - einem gewünschten Schnittverlauf entsprechend - relativ zueinander bewegt werden, dadurch gekennzeichnet,
10 daß zum Trennen bzw. Schneiden von im wesentlichen flächige Erstreckung, insbesondere zwei Hauptflächen, aufweisenden Werkstücken (7) mit selbsttragenden, im wesentlichen rigiden, Werkstoffen, insbesondere Verbundwerkstoffen, vorzugsweise mit von wabenartiger Innenstruktur (73) gehaltenen
15 Deckschichten (71, 72), das Werkstück (7) einerseits und andererseits mindestens ein Satz von zwei von beidseitig des Werkstückes jeweils im Abstand (b,c) von dessen Hauptflächen (711, 721) angeordneten Düsen (21, 22) mit hohem Druck von mindestens 700 bar, vorzugsweise mindestens 1000 bar abgegebenen, innerhalb, vorzugsweise im Mittelbereich, des
20 Werkstückes, vorzugsweise in ihrem Winkel (γ) zueinander veränder- und festlegbar aufeinandertreffenden, im Auftreffbereich (64) vorzugsweise zumindest annähernd übereinstimmende Querschnitts-Fläche und/oder -Gestalt aufweisenden, miteinander kooperierenden Fluidmediumsstrahlen
25 (31, 32) relativ zueinander bewegt werden, wobei im wesentlichen über den gesamten Schnittverlauf jeder der aufeinandertreffenden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) in einem von im wesentlichen 90° verschiedenen Winkel (α ,
30 β) auf die Hauptflächen (711, 721) des Werkstückes (7) gerichtet gehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Deckung der Querschnittsflächen der beiden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) in deren Auftreffbereich (64) von mindestens 90 %, insbesondere mindestens 95 %, eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) mit einander im wesentlichen identischen Winkeln (α und β) zu den Hauptflächen (711, 721) des Werkstückes (7) auf dieses gerichtet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) in einem Winkel (γ) von 45 bis 135°, insbesondere von 60 bis 120°, bevorzugt im Bereich von etwa 90° aufeinander treffend auf das Werkstück (7) gerichtet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der in Werkstück-Haupterstreckungsrichtung projizierte Gesamt-Vektor (v) der Bewegung des Mediums der beiden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) und die Relativbewegung der beiden Strahlen (31, 32) einerseits und des Werkstückes (7) andererseits mit im wesentlichen gleicher Richtung (r) eingehalten werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einstellung eines optimalen Aufeinandertreffens der beiden miteinander kooperierenden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) unter Ermittlung eines Schallstärke-Minimums, vorzugsweise mittels Ultraschall-Phonometers, erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die miteinander kooperierenden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) im wesentlichen kreisrunde Querschnittsflächen mit einem Durchmesser von höchstens
5 1,5 mm, insbesondere von 0,1 bis 0,5 mm, aufweisen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Hochdruck-Fluidmediumsstrahlen (31, 32) mit im wesentlichen gleichem Hoch-Druck
10 beaufschlagt werden.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer Halteeinrichtung für ein zu schneidendes, insbesondere flächiges Material (7) und
15 mindestens zwei von beidseitig desselben auf dasselbe gerichteten, mit ihren Mittellinien schneidend eingerichtete Düsen (21, 22) aufweisenden, mit unter Druck stehendem fluidem Medium versorgbaren Schneidköpfen (11, 12), wobei die Halteeinrichtung einerseits und andererseits die zwei
20 Düsenköpfe (11, 12) einem gewünschten Schnittverlauf entsprechend zueinander relativbewegt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (21, 22) der über, gegebenenfalls Hochdruck-Gelenkverbindungen aufweisende Hochdruckleitungen mit durch Hochdruck von mindestens 700, vorzugsweise von
25 mindestens 1000 bar, beaufschlagtem fluidem Medium (3) versorgbaren Düsenköpfe (11, 12) vorzugsweise miteinander gekoppelt, jeweils mit von im wesentlichen 90° verschiedenen Winkeln (α , β) auf die Hauptseiten (71, 72), insbesondere Hauptflächen (711, 721) des Werkstückes (7) richtbar, vor-
30 zugsweise schwenkbar und schwenklage-feststellbar, sind.

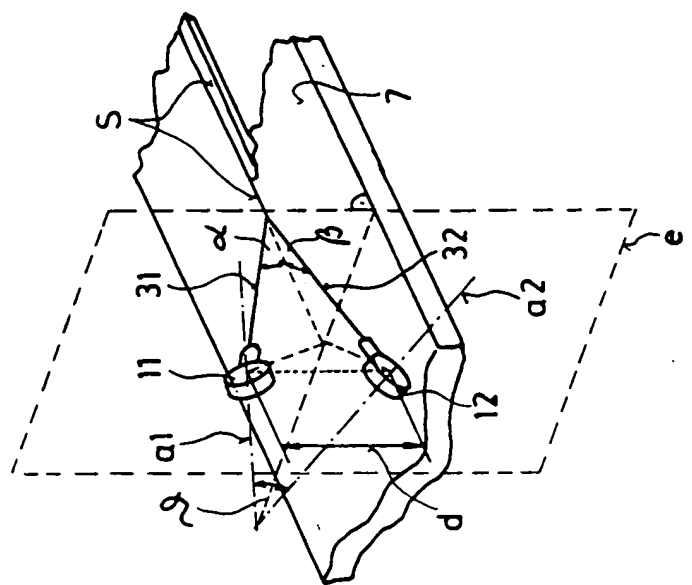
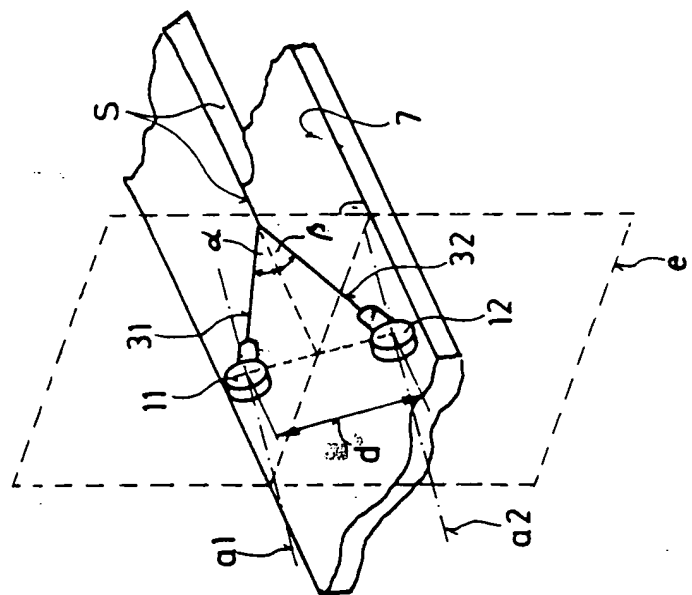
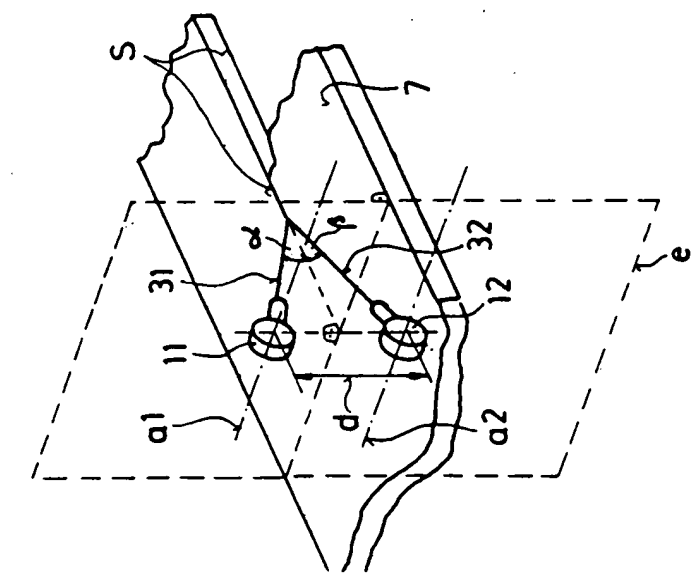
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die, gegebenenfalls einem gewünschten Schnittverlauf

entsprechend bewegbare, Halteeinrichtung für das Werkstück (7) außerhalb des Bereiches des gewünschten Schnittpfades an dasselbe angreifend gebildet ist.

- 5 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (21, 22) bei jeweils konstanter Winkelstellung zueinander in ihrem Abstand (d) voneinander bzw. (b, c) von den Hauptflächen (711, 721) des zu schneidenden Werkstückes (7) veränderbar und fest-
10 legbar sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (a1, a2) der Schwenkbarkeit der Düsen (21, 22) innerhalb einer, vorzugsweise
15 auf das Werkstück (7) bzw. dessen Hauptflächen (711, 721) normalen Ebene (e) liegend angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (a1, a2) der Schwenkbarkeit der die Hochdruck-Mediumsstrahlen (31, 32) abgeben-
20 den Düsen (21, 22) zueinander parallel angeordnet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (a1, a2) der Schwenkbarkeit der Düsen (21, 22) zueinander im, bevorzugt spitzen,
25 Winkel (α) angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Schneidkopf (11, 12) eine, vorzugsweise dreidimensional einstell- und fest-
30 stellbare Einrichtung zur Feinjustierung der Düse(n) (21, 22) aufweist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Vorrichtung zur Beaufschlagung des Fluidmediums mit geringem Druck, z.B. bis 10 bar zur Justierung des Auftreffbereiches (64)
5 der miteinander kooperierenden Fluidmediumsstrahlen (31, 32) aufweist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidköpfe (11, 12) je-
10 der für sich mit einer, gegebenenfalls auf den Abstand (z) des Auftreffbereiches der kooperierenden Hochdruck-Mediumsstrahlen (31, 32) von der Verbindungsgerade (d) der Düsen einstellbaren, Haube (81, 82) mit Absaugeinrichtung (811, 821) für Sprühnebel versehen sind.







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0207069
Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 86890181.0
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4.)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, unexamined applications, Sektion M, Band 1, Nr. 25; 26. März 1977 THE PATENT OFFICE JAPANESE GOVERNMENT Seite 2150 M 76 * Kokai-No. 51-142 186 (DAIKEN KOGYO K.K.) * --	1-3,7-15	B 26 F 3/00
D,X	US - A - 3 996 825 (TERRY) * Fig. 2,3, zugehöriger Text * --	1-3,7-15	
A	US - A - 3 526 162 (WILLCOX) * Fig. 1,2, gehöriger Text * ----	1,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4.)
			B 26 F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 03-09-1986	Prüfer HOFMANN

Form 1503 03/82

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein-

METHOD FOR SEPARATING AND/OR CUTTING OF ESPECIALLY SHEET-LIKE MATERIAL
AND A DEVICE FOR SUCH A PROCEDURE
[Verfahren zum Trennen bzw. Schneiden von, insbesondere flächigem,
Material und Vorrichtung zu dessen Durchführung]

Henning Peters, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
Washington, D.C. February 2000

PUBLICATION COUNTRY	(19) : EP
DOCUMENT NUMBER	(11) : 0207069
DOCUMENT KIND	(12) : A1 (13) :
PUBLICATION DATE	(43) : 19861230
PUBLICATION DATE	(45) :
APPLICATION NUMBER	(21) : 86890181.0
APPLICATION DATE	(22) : 19860619
ADDITION TO	(61) :
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51) : B26F 3/00
DOMESTIC CLASSIFICATION	(52) :
PRIORITY COUNTRY	(33) : AT
PRIORITY NUMBER	(31) : 1906/85
PRIORITY DATE	(32) : 19850626
INVENTORS	(72) : PETERS, HENNING; TRIEB, FRANZ
APPLICANT	(71) : VEREINIGTE EDELSTAHLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT (VEW)
TITLE	(54) : METHOD FOR SEPARATING AND/OR CUTTING OF ESPECIALLY SHEET-LIKE MATERIAL AND A DEVICE FOR SUCH A PROCEDURE
FOREIGN TITLE	[54A] : VERFAHREN ZUM TRENNEN BZW. SCHNEIDEN VON, INSBESONDERE FLÄCHIGEM, MATERIAL UND VORRICHTUNG ZU DESSEN DURCHFÜHRUNG

The invention concerns a method and a device to separate and/or cut especially sheet-like material, "sheet-like" meaning a material extending in two spatial directions. For this method, as a separating means, instead of a blade made from a solid material such as metal, a concentrated jet of a fluid medium, in particular water, is used. /1*

US-PS 3 996 825 describes a method and a device for cutting a fiber web wherein, from nozzles arranged on both sides of the same, two water jets, arranged at angle relative to each other, are directed to intersect at the fiber web. Over its entire face, the fiber web, which is obtained e.g. in an intermediate step during paper production, rests on a perforated substrate supporting it, and the two nozzles emitting the water jets are moved, via a bifurcated supply by means of which they can be supplied with water, relative to the non-woven mat, as a result of which separation is achieved by the water jets. As a typical pressure of the two jets, such patent indicates approx. 1.75 bar; the typical jet diameter is approx. 4.5 mm. The drawing clearly shows that the cutting nozzle heads equipped with the nozzles, wherein the one arranged beneath the substrate mat must be directed at the material strip at a 90° angle, has typical low-pressure fittings. The nozzles are arranged in a permanent manner in such a way that the jets emitted by them intersect above the face of the substrate within the fiber web, the jet arriving at an angle from one side being deflected by the jet being vertically oriented towards the strip in such a way that the resulting jet no longer impacts the substrate. This prior art method only permits the

*Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

separation of non-woven strips with loosely connected fibers and cannot be compared to precision cutting.

Furthermore, JP-OS 51-142 186 describes a jet cutting procedure /2 for materials which, due to their strength or thickness, can not be penetrated by the cutting jet. In this method, through two nozzles arranged on both sides of the materials to be cut, cutting jets are) directed at the material at the same or different angles relative to each other, as a result of which a significant improvement of the cutting depth is achieved. Arrangements to protect the interior of the material from destruction caused by the high-energy, high-pressure jets are not mentioned therein. 10

The purpose of this present invention is therefore to provide a 11 cutting method for workpieces made from and/or with self-supporting materials which essentially extend in two dimensions, wherein the materials do not offer significant resistance to the cutting jet - that is, materials which, for example, can definitely be separated by a 15 single jet with higher pressure - as well as, in particular, composite 16 materials whose interior is mechanically sensitive, e.g. with a honeycomb-like inner structure, wherein on both main faces of the material, a clean cut with narrow parting lines can be achieved while the sensitive inner structure of the workpiece is damaged as little as 10 possible.

The object of this present invention is a method for separating 22- and/or cutting of especially sheet-like material by means of jets intersecting with the material of a pressurized fluid, in particular a fluid medium, preferably water, emitted from nozzles arranged on both

sides of the material, wherein the jets on one hand and the especially sheet-like material on the other hand - according to the desired cutting path - are displaced relative to each other, such method comprising the following steps:

- for the purpose of separating and/or cutting workpieces essentially extending in a sheet-like manner, in particular workpieces with two main faces, with self-supporting, essentially rigid, materials, in particular composite materials, preferably with covering layers held by a honeycomb-like inner structure, the workpiece on one hand and, on the other hand, at least one set of two cooperating fluid jets, which intersect preferably in the center area of the workpiece and are preferably adjustable and fixable in their angle relative to each other and which, in the impact area, have at least approximately congruent cross-sectional profiles and/or shapes, which are emitted at a high pressure of at least 700 bar, preferably at least 1000 bar by nozzles arranged at both sides of the workpiece each at a distance from its main faces, are displaced relative to each other,
- wherein essentially over the entire cutting path, each of the intersecting high-pressure fluid medium jets is kept directed at the main faces of the workpiece at an angle significantly different from 90° .

Surprisingly, it has been found that by using this novel method, the aforementioned materials can be precisely cut to achieve a perfect cutting profile on both sides with two cooperating highly concentrated high-pressure fluid medium jets without the expected significant destruction of the material by a resulting jet beam forming within the

material as the two cutting jets intersect. At the same time, significantly higher cutting speeds and less sensitivity to damage can be achieved while a clean cutting profile is maintained. It has been found that the method is in particular suited for trimming the edges and separating composite material with a honeycomb-like structure, such as the one used e.g. in the aviation and aerospace industries, where covering layers are combined in a honeycomb-like structure essentially running transversal to them with the same or different material, such as plastic and/or metal, in particular aluminum, reinforced with glass, carbon, aramide, and similar fibers. Such materials cannot be separated with conventional blades or punches without undesired deformation. In conventional fluid jet cutting methods with a single cutting jet, although it has been shown that the side of the material on which the jet enters has a clean cut, the cutting line on the face where the jet exist is particularly irregular. Tests with cutting jets in a position as set forth in above US-PS produced undesired damage to the cutting profile on the exit side, in particular in case the jet impacts the material perpendicularly. As a particular advantage of the method according to this present invention, the high energies of the two fluid medium jets neutralize each other, as a result of which, in addition, the known problems with a jet protection system, which does not resist the high energy densities for long periods of time, are avoided. In addition to the angular orientation of the cutting jets relative to the main faces of the material, it should be pointed out that, in case they have e.g. an irregular shape, the aforementioned and preferred angles

relative to the plane of the vectors of the relative movement of the workpiece and the jet tandem must be respected.

It has been found that a high degree of clean cutting can be achieved and that the damage to the workpiece in the impact area of the paired medium jets is particularly low when the overlap of the cross-sectional surfaces of the two high-pressure fluid medium jets in their impact area is set to at least 90 %, in particular to at least 95 %.

In particular for cutting of homogeneous workpieces and/or composite materials wherein on both sides, outer layers with similar material properties are arranged, it is beneficial if the two high-pressure fluid medium jets are directed at the workpiece at essentially identical angles relative to the main faces of the workpiece.

A high degree of cutting progress and, at the same time, particularly clean cuts on both sides, in particular also with high-strength honeycomb composite materials with particularly thin covering layers, can be achieved if the high-pressure fluid medium jets are directed at the workpiece to be cut to intersect at an angle between 45 and 135°, in particular between 60 and 120°, preferably in the range of approx. 90°.

The mentioned cutting results can be further improved in a preferred manner by maintaining the overall vector projecting in the main direction of the workpiece of the movement of the medium of the two high-pressure fluid medium jets and the relative movement of the two jets on one hand and of the workpiece on the other hand with essentially the same direction. In other words, in this particularly preferred embodiment, the workpiece should virtually or actually be moved in

essentially the same direction as the movement of the medium of the two cutting jets, i.e. by moving the entire material into the angle of the intersection jets, which is less than 180° . This type of relative movement is particularly advantageous since an essential part of the resulting jet beam formed at the intersection of the two cutting jets is directed into the already existing cutting gap and is therefore prevented from causing any significant damage in the interior of the workpiece.

This new method based on intersecting cutting jets with high kinetic energy causes a significant amount of noise, in particular an increased incidence of higher sound frequencies. It has been found, however, that in case the jets intersect in an essentially optimal manner, such noise is significantly reduced. In particular for the purpose of checking the quality and/or adjustment of the position of the cutting jets and/or to fine-tune the cutting heads and/or the nozzles, it is particularly advantageous if the intersection of the cooperating high-pressure fluid medium jets is adjusted after determining a sound intensity minimum, preferably by using an ultrasonic sound meter.

Particularly good cutting results with low waste in terms of material destroyed through cutting and thin cutting gaps, in particular also with honeycomb composite materials, can be achieved if, as is preferred, the cooperating high-pressure fluid medium jets have essentially circular cross-sectional surfaces with a diameter of no more than 1.5 mm, in particular between 0.1 and 0.5 mm.

Applying, in a preferred manner, essentially the same high pressure to the two high-pressure fluid medium jets yields a relatively simple

structure since the supply with a high-pressure fluid medium only requires a simple main supply line and ensures cutting symmetry.

This present invention furthermore covers a device to apply this new method, with a holding device for especially a sheet-like material to be cut and at least two cutting heads which can be supplied by a pressurized fluid medium, with nozzles arranged on both sides thereof and directed at the same and with intersecting center lines, the holding device on one hand and the two nozzle heads on the other hand being moved relative to each other along a desired cutting path, wherein the nozzles of the nozzle heads, which are preferably coupled with each other, which can be supplied with the fluid medium at a high pressure of at least 700, preferably at least 1000 bar, through the high-pressure lines, possibly with high-pressure universal joints, can be directed, preferably swiveled and fixed in its swivel position, at an angle significantly different from 90° to the main sides, in particular to the main faces of the workpiece. This device makes it possible to precisely and flexibly adjust the angle of incidence of the cutting jet at the main faces of the material to be cut in accordance with the material to be separated while achieving high cutting quality and speed. A compulsory coupling, provided in a preferred manner, can permit simultaneous swivel of the nozzle heads while maintaining the intersection of the jet pair, as a result of which at all times, only fine-tuning is required to achieve a high degree of overlapping of the cutting jets in the impact area. /7

Any interference with the cutting jets during the cutting process is excluded if, as provided in a preferred manner, the holding device

for the workpiece, which is possibly displaceable along a desired cutting path, is formed in such a way that it grips onto the same outside of the area of the desired cutting path.

In another variation supporting cutting parameter optimization, the nozzles, at a constant angular position relative to each other, are displaceable and fixable at their distance from each other and/or from the main faces of the workpiece to be cut, which makes it possible to achieve a high degree of flexibility in terms of adjustment of the cutting process in terms of material properties, material thickness, and the like.

A particularly simple and precise adjustment of the intersection point, in particular also in terms of its position within the material to be cut, is possible if, as is preferred, the swivel axes of the nozzles are arranged in one plane, preferably perpendicular to the workpiece and/or its main faces. /8

In case, as provided in a preferred manner, the swivel axes of the nozzles emitting the high-pressure-medium jets are arranged parallel to each other, smooth linear cuts can be achieved.

To achieve angular cuts, a construction is preferable in which the swivel axes of the nozzles run at an angle to each other, preferably at an acute angle.

In case, as furthermore provided in a preferred manner, at least one cutting head has a preferably three-dimensionally adjustable and fixable device for fine-tuning of the nozzle (s), the cutting procedure can quickly be optimized. Such fine-tuning can also be achieved through microprocessor control , e.g. with a sound meter as a sensor.

To facilitate adjustment of the cutting jets, they can be provided in an advantageous manner with a device to apply the fluid medium at a low pressure, e.g. up to 10 bar, to adjust the impact area of the cooperating fluid medium jets.

The impact of the high-energy medium jets produces a high volume of spray mist. It has been found to be particularly advantageous to equip /9 each of the paired cutting heads with a hood with a spray mist suction system which is possibly adjustable according to the distance between the impact area of the cooperating high-pressure-medium jets and the straight line between the jets. For movable cutting heads, it is preferred that the hoods are directly connected therewith and/or the construction supporting it, whereby it is advantageous that such hoods are made e.g. from a light plastic material, since the spray mist only has a low energy density.

For cutting of honeycomb composites with a thickness between 1 and 5 cm, the following cutting parameter ranges are favorable and/or achievable:

High-pressure: 1000 to 4000 bar, in particular 2500 to 3800 bar;

Jet diameter: 0.1 to 0.4 mm;

Cutting feed speed: 0.5 - 5 m/s , in particular 1 to 3 m/s;

Fluid medium consumption: 2 to 6 l/min.

The invention is described in more detail in the example below:

Example:

A sheet-like honeycomb composite with a thickness of 30 mm, a honeycomb width of approx. 5 mm, honeycomb material: glass fiber-reinforced plastic or aluminum, layers: first main face with aluminum,

second main face with fiber-reinforced plastic, both main faces with glass fiber-reinforced plastic and/or both main faces with aluminum, with the thickness of the honeycombs being 0.1 and of the top layer in the case of aluminum being approx. 0.5 and in the case of reinforced plastic being 0.7 mm, was cut with high-pressure water jets intersecting roughly in the material center and which were emitted from two nozzles directed at each other at an angle 60, 90 and 120° in terms of their center lines. The jet diameters were 0.2 mm, the fluid medium pressure 3500 bar. Each nozzle was positioned at a distance of 5 mm from the top cover surfaces. The table shows at what cutting speeds, always with respect to above materials, clean cuts were achieved on both sides; damage to the honeycomb structure in the cutting point was somewhat higher in the case of aluminum, although such damage was definitely still within an acceptable range. /10

#	Honeycomb Composite			Cutting Speed			Cutting Quality at		
				m/s			Jet Angle γ		
	1 st Layer	Honeycombs	2 nd Layer	60°	90°	120°	60°	90°	120°
1	Al	Al	Plastic **	2	2.5	2.5	1	1	1
2	Al	Plastic	Al	2.5	2.5	2.5	2	1	2
3	Plastic	Plastic	Plastic	2	2.5	2	1	1	1
4	Plastic	Al	Plastic	2	2.5	2	1	1	1
5	Al	Al	Al	3	3	3	2	1	1

*) 1 entirely smooth cut

2 smooth cut with insignificant irregularities

**) Glass fiber-reinforced plastic in all composites

In the drawing below, the invention shall be described in more detail. /11

Fig. 1 through 3 represent side views of different jet positions; Fig. 4 through 6 are schematic representations of different arrangements of the swivel axes of the jet nozzles, and Fig. 7 and 8 show the new system in a side and top view. Illustrations 1 through 3 show how a sheet-like honeycomb composite 7 with a thickness f with covering layers 71, 72 is cut by a pair of nozzle heads 11, 12 arranged in a swivelable manner around axes a_1 , a_2 on both sides of its main faces 711, 721, with nozzles 21, 22 arranged at the distances b and c from the workpiece surfaces 711 and 721 and d from each other with high-pressure medium jets 31, 32 of the same thickness while forming the cut S , wherein in this example, the nozzles 21, 22 are stationary and the material 7 is moved in the direction r . Both jets 31, 32 are, as shown in Fig. 1, directed at the angles α , β of 90° each to the main faces and at an angle γ of precisely 180° against each other, resulting in the severe disadvantage that the medium jet beam 35 occurring in the impact area 64 propagates transversally in a disk-like manner to all sides and destroys the honeycomb structure of the workpiece 7 to a high extent.

As shown in Illustration 2 and 3, the jets 31, 32 are arranged at identical angles α , β of 60° and 45° each while forming an angle γ of 120° and 90° at the impact point 64 in the area of the honeycombs 73 of the workpiece 7. In Fig. 2, at a distance from the cutting heads, suction hoods 81, 82 with suction nozzles 811, 821 are provided in an adjustable manner with respect to the distance z of the connecting line d of nozzle heads 11, 12, to draw off the spray mist formed at the

intersection point 64. In the jet position according to Fig. 2 which - like the one shown in Fig. 3 - is an integral part of this present invention, a higher density of jet energy destruction is achieved, /12 although the damage to the structure caused by the jet beam 35 in the cut S is more significant than in the example shown in Fig. 3.

Fig. 2 also shows the vectors s_1 , s_2 of the fluid movement of the jets 31, 32 and their overall vector v in the direction of extension of the material in the same direction as the movement r of the material 7, a plane e running perpendicular to the workpiece in which both swivelable axes a_1 and a_2 of the nozzles 21, 22 are located, and the distance z between the connecting line d of the two nozzles and the intersection point 64 of the jets 31, 32.

Illustrations 4 through 6 are a schematic representation of how, in a plane e essentially running perpendicular to the material to be cut 7, the swivel axes a_1 , a_2 of the nozzle heads 11, 12 emitting the cutting jets 31, 32 can be arranged, wherein

- in the case of parallel axes a_1 , a_2 as shown in Fig. 4, if the connecting line between the nozzle heads 11, 12 also runs perpendicular to the workpiece, a vertical cut S is made;
- in case the parallel swivel axes a_1 , a_2 of the nozzle heads 11, 12 are arranged at an angle ζ , as shown in Fig. 5, an angular cut S is made,
- in case the swivel axes a_1 , a_2 are arranged at an angle ζ relative to each other, as shown in Fig. 6, a V-shaped cut S is achieved.

These main cut types can, always with a view to subsequent application, easily be exchanged by providing a suitable jet tandem. Finally, it should be emphasized that the angles α , β at which the two nozzle jets

impact the workpiece 7 can also be different from each other, which may be advantageous, for example, for composites with non-uniform top layers.

In the specific embodiment of a cutting system according to this present invention for honeycomb composite plates shown as an example in Fig. 7 and 8, a cutting material holding device 80 is provided in a horizontally displaceable manner on its guide 81 on a movable frame 8, such cutting material holding device having an underpressure suction head 83 with a suction line 84 which is vertically displaceable on its guide 82, wherein such suction head can displace a honeycomb composite plate 7 to be trimmed in this position by holding it essentially vertically and therefore feed it, via the gap 951 of the chamber 95, to a cutting system 100, located in a sound protection chamber 95 with suction nozzles 96 for spray mist, with two nozzle heads 11, 12 arranged at an angle relative to each other, which in this present case are arranged horizontally in a stationary manner and may possibly also arranged in a displaceable manner, both of which emit a high-pressure cutting jet 31, 32, where the material to be cut 7 is picked up and guided on both sides above the dual-jet cutting unit 11, 12 by a transport system with two vertical conveyor belt units 93, 93' equipped with pneumatic devices 94, 94' for adjustment to the material thickness f and is moved, at a speed and in a position and/or position change adjustable in the control panel 90, past the dual-jet unit 11, 12, and cut by means of the medium jets 31, 32 that are vertically displaceable in a tandem-like manner. The supply of the dual jet unit 11, 12 is provided by the high-pressure assembly 97, only schematically indicated

herein, via a high-pressure line 98, wherein the system is controlled and regulated in all steps, from picking up the untrimmed plate 7 through its delivery, preferably automatically, by the aforementioned control panel 90 with controls 92 for the high-pressure medium flow regulating valves and the pressure control device 91.

Claims

/14

1. A method for separating and/or cutting especially sheet-like material (7) by means of jets (31, 32) of a pressurized fluid, in particular a fluid medium, preferably water, which intersect in the material and are emitted by nozzles (21, 22) arranged on both sides of the material, the jets on one hand and the especially sheet-like material on the other hand being moved relative to each other along a desired cutting path, wherein for the purpose of separating and/or cutting the workpieces (7) extending essentially in the form of a sheet, having in particular two main faces, with self-supporting, essentially rigid, materials, in particular composites, preferably with covering layers (71, 72) supported by a honeycomb-like inner structure (73), the workpiece (7) on one hand and, on the other hand, at least one set of two cooperating fluid medium jets (31, 32) emitted by nozzles (21, 22) arranged on both sides of the workpiece at a distance (b, c) from its main faces (711, 721) at a high pressure of at least 700 bar, preferably at least 1000 bar and intersecting in the workpiece, preferably in its center area, are moved relative to each other, with such intersecting jets being adjustable and fixable by their angle (ζ) and having preferably at least an approximately congruent profile and/or shape

in the impact area (64), wherein essentially over the entire cutting path, each of the intersecting high-pressure fluid medium jets (31, 32) is kept directed at an angle (α , β) significantly different from 90° relative to the main faces (711, 721) of the workpiece (7).

2. A method according to Claim 1 wherein the overlap of the cross-sectional surfaces of both high-pressure fluid medium jets (31, 32) in their impact area (64) is set to at least 90 %, in particular to at least 95 %. /15
3. A method according to Claim 1 or 2 wherein both high-pressure fluid medium jets (31, 32) are arranged at essentially identical angles (α and β) relative to the main faces (711, 721) of the workpiece (7) in the direction of the same.
4. A method according to one of Claims 1 through 3 wherein the high-pressure fluid medium jets (31, 32) are directed at the workpiece (7) at an angle (ζ) between 45° and 135° , in particular between 60° and 120° , in such a way that they preferably intersect in the range of approx. 90° .
5. A method according to one of Claims 1 through 4 wherein the overall vector (v) projecting in the main direction of extension of the movement of the medium of the two high-pressure fluid medium jets (31, 32) and the relative movement of the two jets (31, 32) on one hand and of the workpiece (7) on the other hand are respected with essentially the same direction (r).
6. A method according to one of Claims 1 through 5 wherein optimal intersection of the two cooperating high-pressure fluid medium jets

(31, 32) is achieved by determining a sound intensity minimum, preferably by using an ultrasonic sound meter.

7. A method according to one of Claims 1 through 6 wherein the cooperating high-pressure fluid medium jets (31, 32) have essentially circular cross-sectional surfaces with a diameter of no more than 1.5 mm, in particular between 0.1 and 0.5 mm. /16
8. A method according to one of Claims 1 through 7 wherein to both high-pressure fluid medium jets (31, 32), essentially the same high pressure is applied.
9. A device for applying the method according to one of Claims 1 through 8, with a holding device for an essentially sheet-like material to be cut (7), and with cutting heads (11, 12) which can be supplied by a pressurized fluid medium and have at least two nozzles (21, 22) with intersecting center lines and which are arranged on both sides thereof and directed at the same, wherein the holding device on one hand and, on the other hand, the two nozzle heads (11, 12) are moved relative to each other along a desired cutting path, wherein the nozzles (21, 22) of the nozzle heads (11, 12) which can be supplied with a fluid medium (3) via high-pressure lines, which possibly have high-pressure-universal joints, at a high pressure of at least 700, preferably at least 1000 bar, such nozzle heads (11,12) being preferably coupled with each other, are directable, preferably swivelable and fixable in their swivel position, at angles (α , β) significantly different from 90° relative to the main sides (71, 72), in particular the main faces (711, 721) of the workpiece (7).

10. A device according to Claim 9 wherein the holding device, which may possibly be displaceable along desired cutting path, for the workpiece (7) is provided to grip onto the same outside of the area of the desired cutting path. /17
11. A device according to Claim 9 or 10 wherein the nozzles (21, 22), at a constant angular position relative to each other, are adjustable and fixable in terms of their distance (d) from each other and/or (b, c) from the main faces (711, 721) of the workpiece (7) to be cut.
12. A device according to one of Claims 9 through 11 wherein the swivel axes (a1, a2) of the nozzles (21, 22) are arranged in one plane (e) running preferably perpendicular to the workpiece (7) and/or its main faces (711, 721).
13. A device according to one of Claims 9 through 12 wherein the swivel axes (a1, a2) of the nozzles (21, 22) emitting the high-pressure-medium jets (31, 32) are arranged parallel to each other.
14. A device according to one of Claims 1 through 13 wherein the swivel axes (a1, a2) of the nozzles (21, 22) are arranged relative to each other at an angle, preferably at an acute angle (ζ).
15. A device according to one of Claims 1 through 14 wherein at least one cutting head (11, 12) has a preferably three-dimensionally adjustable and fixable device for fine-tuning of the nozzle(s) (21, 22).
16. A device according to one of Claims 1 through 15 having a device /18

for applying of fluid medium at a low pressure, e.g. up to 10 bar, to adjusting the intersection area (64) of the cooperating fluid medium jets (31, 32).

17. A device according to one of Claims 1 through 16 wherein each of the cutting heads (11, 12) is equipped with a hood (81, 82) with a suction device (811, 821) for spray mist which may possibly be adjustable according to the distance (z) between the intersection area of the cooperating high-pressure-medium jets (31, 32) and the connecting line (d) of the nozzles.

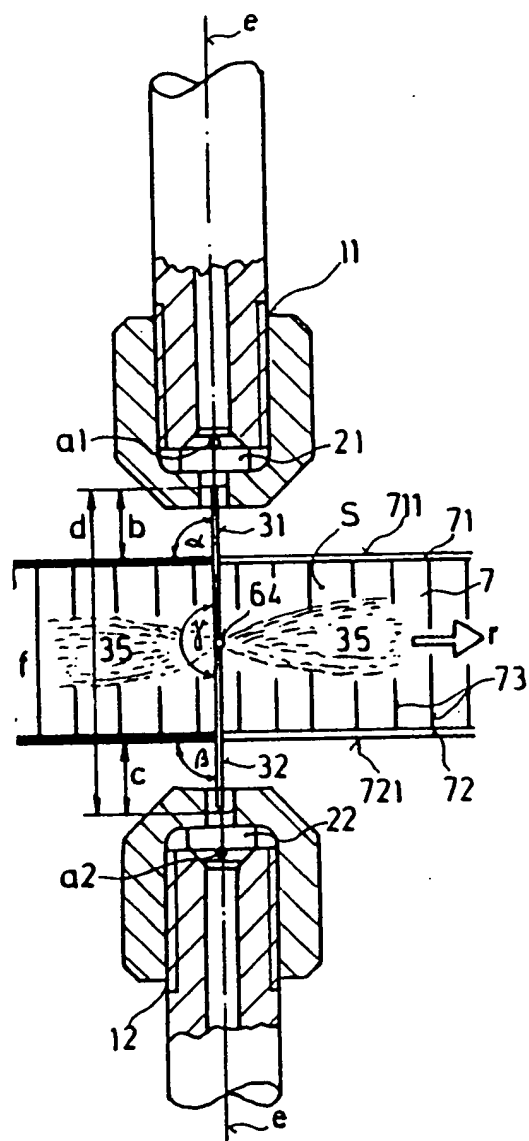


Fig. 1

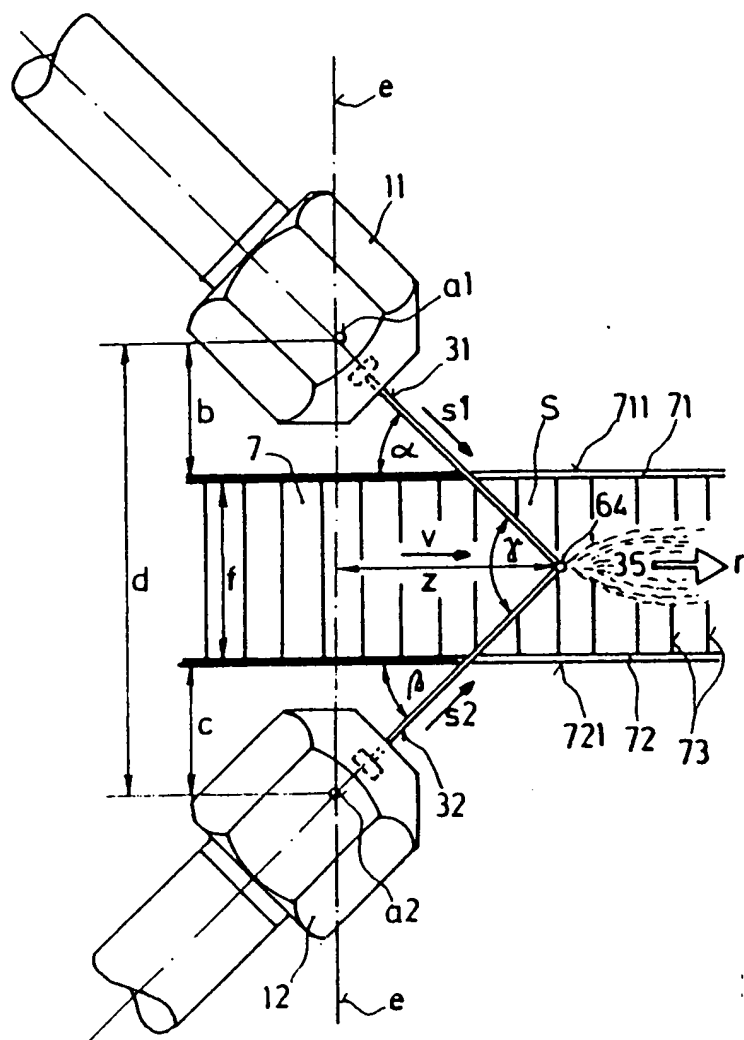


Fig. 3

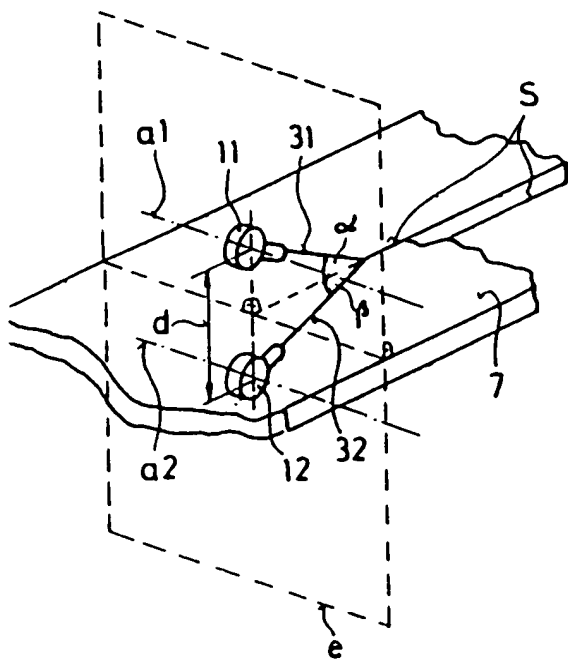


Fig.4

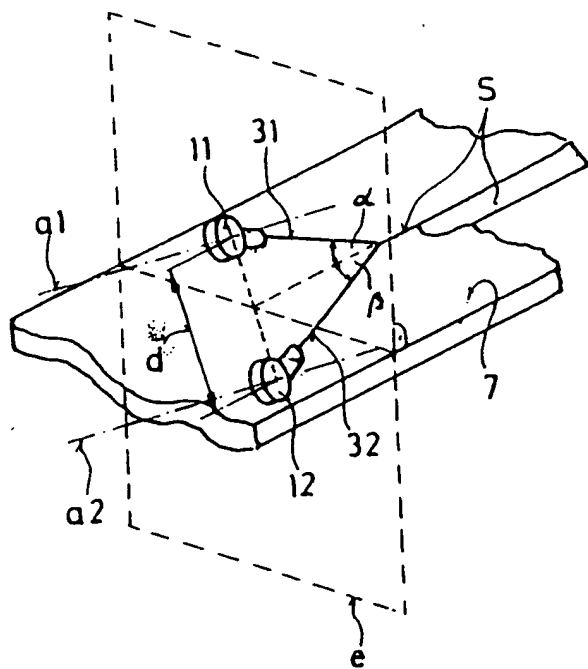


Fig. 5

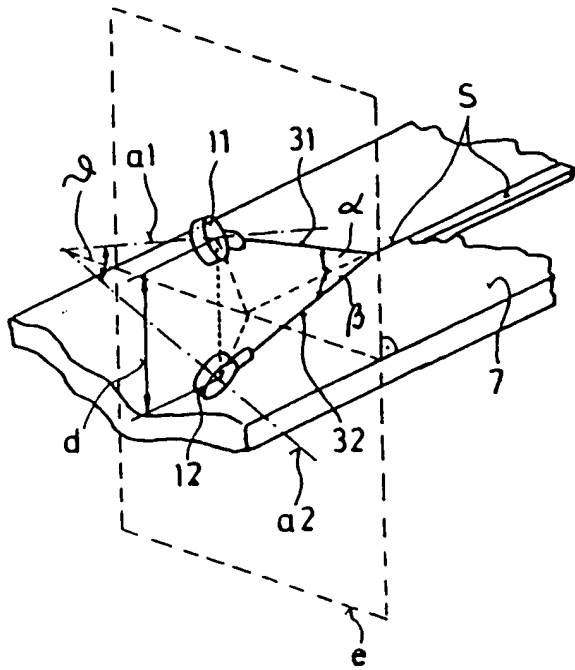


Fig. 6

U21

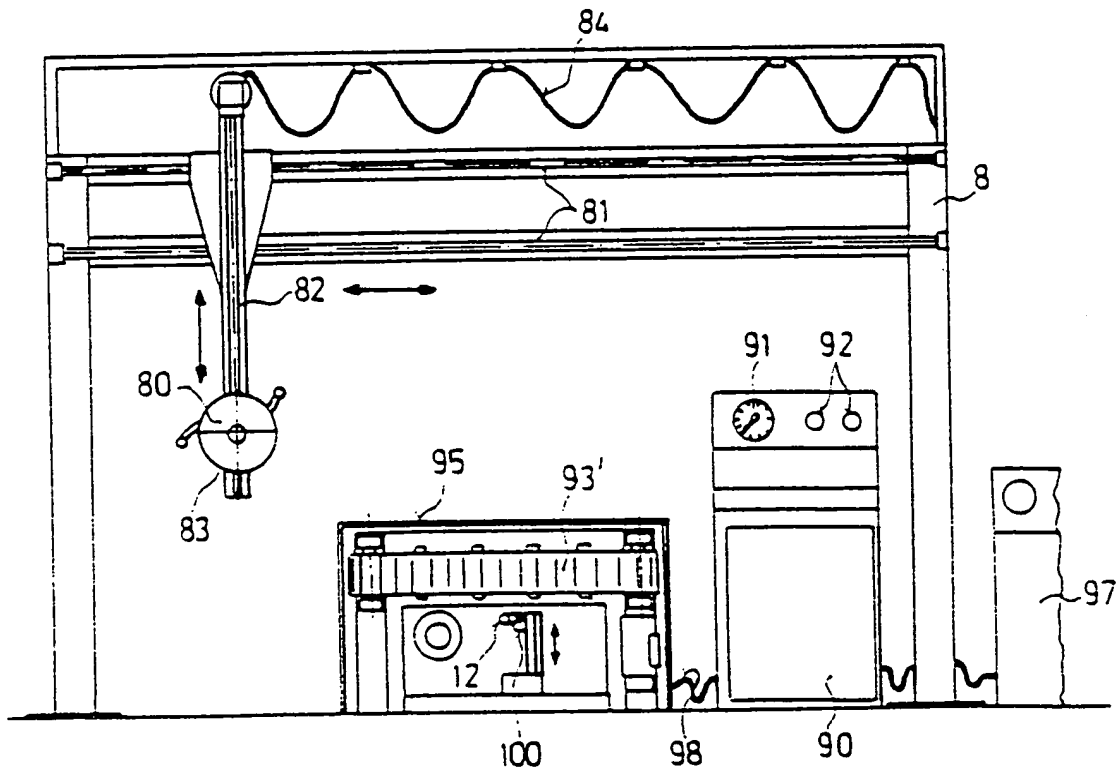


Fig. 7

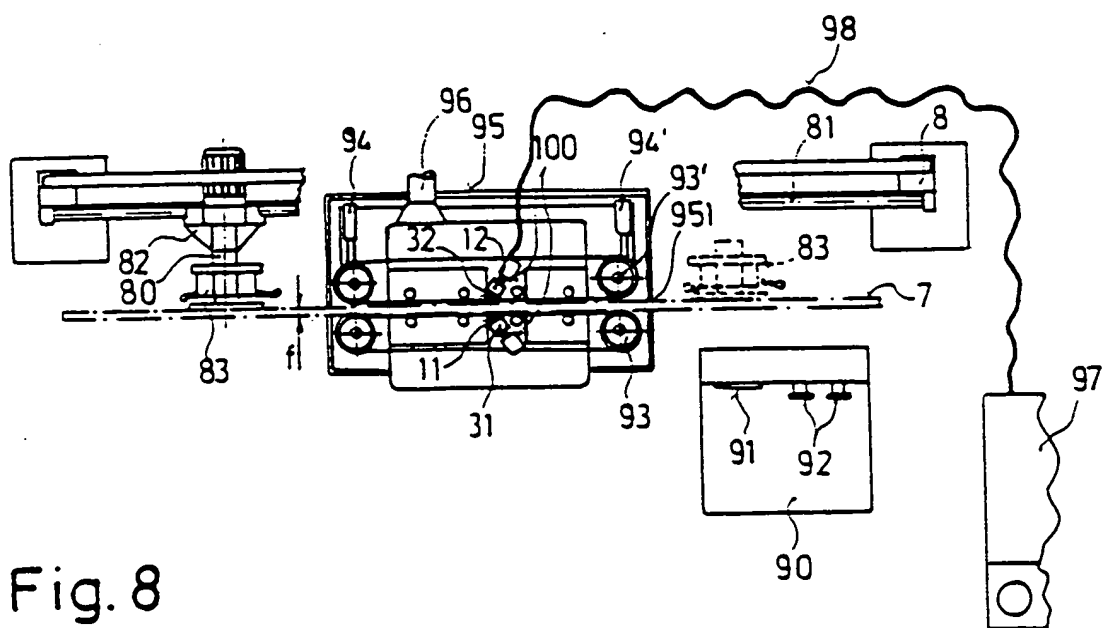


Fig. 8